

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-093681

(43)Date of publication of application : 06.04.1999

(51)Int.Cl.

F02B 47/10
F02B 37/00
F02B 43/10
F02M 21/02

(21)Application number : 09-275269

(71)Applicant : MITSUBISHI HEAVY IND LTD

(22)Date of filing : 22.09.1997

(72)Inventor : ISHIDA HIROYUKI

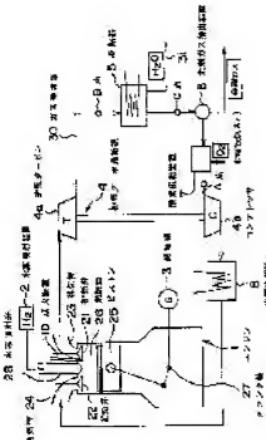
OSA YOZO

(54) HYDROGEN-FUELED ENGINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a hydrogen-fueled engine capable of using operating gas whose ratio of specific heat is high, having the high thermal efficiency, and in which discharge of NOx is restrained, in an engine using hydrogen as fuel.

SOLUTION: A hydrogen-fueled engine is provided with a condenser 5 for condensing and liquefying water steam in exhaust gas from an engine 1 and discharging it outside a system, and for circulating non-condensed gas containing argon as oxygen and impure gas of oxygen allowed to flow in the system to the engine side, an excess gas discharging device 6 for discharging excess non-condensed gas fed out from the condenser 5 to the outside of the system, and an oxygen supplying device 7 for supplying oxygen and argon as impure gas of oxygen to the non-condensed gas to be circulated and for feeding it to an air supplying passage of the engine 1.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-93681

(43) 公開日 平成11年(1999)4月6日

(51) Int.Cl.⁶
F 02 B 47/10
37/00
43/10
F 02 M 21/02

機器學習

F. I.

F 0 2 B 47/10
37/00
43/10
F 0 2 M 21/02

302G
B
G

審査請求 未請求 前求項の数4 FD (全10頁)

(21) 出願番号 特願平9-275269

(71)出題人 0000006208

(22) 用顛日 平成9年(1997)9月22日

(1)出資人 00000200
三菱重工業株式会社
東京都千代田区丸の

1000

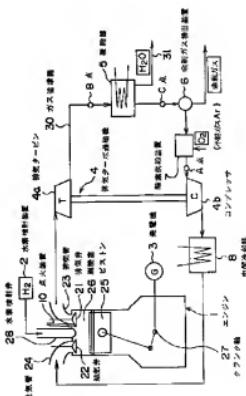
(72)発明者 石田 裕幸
長崎市深堀町五丁目717番1号 三菱重工
業株式会社長崎研究所内
(72)発明者 土佐 陽三
長崎市深堀町五丁目717番1号 三菱重工
業株式会社長崎研究所内
(74)代理人 井橋 高福 昌久 (外1名)

(54) 【発明の名称】 水素エンジン

(57) [要約]

【課題】水素を燃料とするエンジンにおいて、比熱比の高い作動ガスを使用可能として熱効率が高く、かつNO_xの排出が抑制された水素エンジンを得る。

【解決手段】水素エンジンにおいて、前記エンジンからの排気ガス中の水蒸気を凝縮液化して系外に排出するとともに酸素及び酸素の不純ガスとして系内に入ったアルゴンを含む比凝縮ガスをエンジン側へ循環させる凝縮器と、前記凝縮器から送された非反応ガスのうちの余剰分を系外に排出する余剰ガス排出装置と、前記循環される非凝縮ガスに酸素及び該酸素の不純ガスとしてのアルゴンを供給して前記エンジンの始気通路に送る酸素供給装置とを備え、



【特許請求の範囲】

【請求項1】 酸素を含む給氣が導入される燃焼室内に水素を供給し、前記酸素を酸化剤として水素を燃焼させる水素エンジンにおいて、

前記エンジンからの排気ガスを冷却し、排気ガス中の水蒸気を凝縮液化して非凝縮ガスと分離して系外に排出するとともに酸素及び該酸素の不純ガスとして系内に入ったアルゴンを含む非凝縮ガスを前記エンジン側へ循環させる凝縮器と、

前記凝縮器から送出された非凝縮ガスのうちの余剰分を系外に排出する余剰ガス排出装置と、

前記循環される非凝縮ガスに酸素及び該酸素の不純ガスとしてのアルゴンを供給して前記エンジンの給気通路に送る酸素供給装置とを備え、

前記エンジンの排気口から凝縮器、余剰ガス排出装置、酸素供給装置の順に経てエンジンの給気口に至る作動ガスの循環路を構成したことを特徴とする水素エンジン。

【請求項2】 排気タービンと該排気タービンに同軸駆動されるコンプレッサとを備えた排気ターボ過給機を前記循環路に設け、前記エンジンからの排気ガスで前記排気タービンを駆動し、該駆動後の排気ガスを前記凝縮器に導き、

前記酸素供給装置からの作動ガスを前記コンプレッサで加圧してエンジンの給気口に送るようとした請求項1記載の水素エンジン。

【請求項3】 前記循環路の前記凝縮器の上流側に排気ガスによって駆動されるタービン発電機を設けてなる請求項1あるいは2に記載の水素エンジン。

【請求項4】 前記循環路のタービン発電機の上流側部位から該タービン発電機をバイパスして前記凝縮器の上流部位に接続されるバイパス路を設けるとともに、該バイパス路の入口に、該バイパス路あるいはタービン発電機への排気ガスの通流、遮断を切り換える切替弁を設けた請求項3記載の水素エンジン。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は水素を燃料とする水素エンジン、特に水素を燃焼室内に直接噴射し、点火装置によって着火・燃焼させる水素ディーゼルエンジンに関する。

【0002】

【従来の技術】 図3は水素を燃料とする水素ディーゼルエンジンに関する従来技術の1例を示す構成図である。図3において、1はエンジンで、ピストン25、クラランク軸27、給気弁22、排気弁21等を備えている。26は該エンジン1のシリンダ内の前記ピストン25の上部に形成される燃焼室である。

【0003】 28は燃料となる水素の噴射を行なう水素噴射装置、28は該水素噴射装置に接続される水素噴射弁で、該水素噴射弁28は前記燃焼室26内に臨んで設けられ、該燃焼室26内に水素を噴射するようになっている。10は前記燃焼室26に臨んで設けられた点火装置で、燃焼室26内に噴射された水素に点火し燃焼させるものである。24は前記エンジン1の燃焼室26へ空気を送給するための給気管、23は燃焼室26内の燃焼ガスを排出するための排気管である。

【0004】 4は、排気タービン4a及びこれに直結駆動されるコンプレッサ4bからなる排気ターボ過給機である。該過給機4の排気タービン4a人口には前記排気管23が接続されている。8は中間冷却器で、前記コンプレッサ4bとエンジン1の給気弁22との間に前記給気管24中に設けられ、コンプレッサ4bの出口の空気を冷却するものである。3は発電機で前記エンジン1のクラランク軸27に直結され、該エンジン1の動力によって駆動される。

【0005】 かかる従来の水素ディーゼルエンジンの運転において、後述する排気ターボ過給機4から給気管24及び給気弁22を経て燃焼室26内に供給された燃焼用酸素を含む空気がピストン25の上昇(往程行程)によって圧縮されて高圧化される。そして、かかる燃焼室26内の高圧空気中に、水素噴射装置2において高圧化された水素が水素噴射弁28から噴射され、次いでこの水素は点火装置10によって点火されて、空気中の酸素との共鳴によって拡散燃焼せしめられ、ピストン25への膨張仕事を行なう。

【0006】 前記ピストン25の動力はクラランク軸27を経て発電機3に伝達され、発電仕事をなす。一方、排気弁21が開弁すると、燃焼によって生じた排気ガスは排気管23を通じて排気ターボ過給機4の排気タービン4aに導かれて該排気タービン4aにて膨張仕事をなし後、外部に排出される。また、前記排気タービン4aの回転力はコンプレッサ4bに伝達され、該コンプレッサ4bは燃焼用の空気を加圧して空気冷却器(中間冷却器)8に送る。該空気冷却器8において所定の温度まで冷却された空気は給気管24を通り、給気弁22の開弁とともに燃焼室26内に供給され、前記のようにして水素の燃焼に供される。

【0007】 また、かかる水素エンジンとして、不活性ガス循環水素燃料エンジンが特開平2-11826号にて提案されている。かかる水素エンジンにおいては、熱膨張媒体として二酸化炭素ガスを用い、燃焼で生じた燃焼ガスを系外に排出することなく、該燃焼ガスを冷却して水分を凝縮させ、液体(水)として循環させている。

【0008】 【発明が解決しようとする課題】 水素を燃料とするディーゼルエンジンは、燃料成分に炭素を含まないため、二酸化炭素、未燃炭化水素及び煤の排出が無いという低公害エンジンとしての大きな長所を有しているが、燃焼温度が高いため、排気ガス中の窒素酸化物(NOx)の濃度が高いため、これを低減することを要するという課題

30 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180 190 200 210 220 230 240 250 260 270 280 290 300 310 320 330 340 350 360 370 380 390 400 410 420 430 440 450 460 470 480 490 500 510 520 530 540 550 560 570 580 590 600 610 620 630 640 650 660 670 680 690 700 710 720 730 740 750 760 770 780 790 800 810 820 830 840 850 860 870 880 890 900 910 920 930 940 950 960 970 980 990 1000 1010 1020 1030 1040 1050 1060 1070 1080 1090 1100 1110 1120 1130 1140 1150 1160 1170 1180 1190 1200 1210 1220 1230 1240 1250 1260 1270 1280 1290 1300 1310 1320 1330 1340 1350 1360 1370 1380 1390 1400 1410 1420 1430 1440 1450 1460 1470 1480 1490 1500 1510 1520 1530 1540 1550 1560 1570 1580 1590 1600 1610 1620 1630 1640 1650 1660 1670 1680 1690 1700 1710 1720 1730 1740 1750 1760 1770 1780 1790 1800 1810 1820 1830 1840 1850 1860 1870 1880 1890 1900 1910 1920 1930 1940 1950 1960 1970 1980 1990 2000 2010 2020 2030 2040 2050 2060 2070 2080 2090 2100 2110 2120 2130 2140 2150 2160 2170 2180 2190 2200 2210 2220 2230 2240 2250 2260 2270 2280 2290 2300 2310 2320 2330 2340 2350 2360 2370 2380 2390 2400 2410 2420 2430 2440 2450 2460 2470 2480 2490 2500 2510 2520 2530 2540 2550 2560 2570 2580 2590 2590 2600 2610 2620 2630 2640 2650 2660 2670 2680 2690 2700 2710 2720 2730 2740 2750 2760 2770 2780 2790 2800 2810 2820 2830 2840 2850 2860 2870 2880 2890 2900 2910 2920 2930 2940 2950 2960 2970 2980 2990 2990 3000 3010 3020 3030 3040 3050 3060 3070 3080 3090 3090 3100 3110 3120 3130 3140 3150 3160 3170 3180 3190 3190 3200 3210 3220 3230 3240 3250 3260 3270 3280 3290 3290 3300 3310 3320 3330 3340 3350 3360 3370 3380 3390 3390 3400 3410 3420 3430 3440 3450 3460 3470 3480 3490 3490 3500 3510 3520 3530 3540 3550 3560 3570 3580 3590 3590 3600 3610 3620 3630 3640 3650 3660 3670 3680 3690 3690 3700 3710 3720 3730 3740 3750 3760 3770 3780 3790 3790 3800 3810 3820 3830 3840 3850 3860 3870 3880 3890 3890 3900 3910 3920 3930 3940 3950 3960 3970 3980 3990 3990 4000 4010 4020 4030 4040 4050 4060 4070 4080 4090 4090 4100 4110 4120 4130 4140 4150 4160 4170 4180 4190 4190 4200 4210 4220 4230 4240 4250 4260 4270 4280 4290 4290 4300 4310 4320 4330 4340 4350 4360 4370 4380 4390 4390 4400 4410 4420 4430 4440 4450 4460 4470 4480 4490 4490 4500 4510 4520 4530 4540 4550 4560 4570 4580 4590 4590 4600 4610 4620 4630 4640 4650 4660 4670 4680 4690 4690 4700 4710 4720 4730 4740 4750 4760 4770 4780 4790 4790 4800 4810 4820 4830 4840 4850 4860 4870 4880 4890 4890 4900 4910 4920 4930 4940 4950 4960 4970 4980 4990 4990 5000 5010 5020 5030 5040 5050 5060 5070 5080 5090 5090 5100 5110 5120 5130 5140 5150 5160 5170 5180 5190 5190 5200 5210 5220 5230 5240 5250 5260 5270 5280 5290 5290 5300 5310 5320 5330 5340 5350 5360 5370 5380 5390 5390 5400 5410 5420 5430 5440 5450 5460 5470 5480 5490 5490 5500 5510 5520 5530 5540 5550 5560 5570 5580 5590 5590 5600 5610 5620 5630 5640 5650 5660 5670 5680 5690 5690 5700 5710 5720 5730 5740 5750 5760 5770 5780 5790 5790 5800 5810 5820 5830 5840 5850 5860 5870 5880 5890 5890 5900 5910 5920 5930 5940 5950 5960 5970 5980 5990 5990 6000 6010 6020 6030 6040 6050 6060 6070 6080 6090 6090 6100 6110 6120 6130 6140 6150 6160 6170 6180 6190 6190 6200 6210 6220 6230 6240 6250 6260 6270 6280 6290 6290 6300 6310 6320 6330 6340 6350 6360 6370 6380 6390 6390 6400 6410 6420 6430 6440 6450 6460 6470 6480 6490 6490 6500 6510 6520 6530 6540 6550 6560 6570 6580 6590 6590 6600 6610 6620 6630 6640 6650 6660 6670 6680 6690 6690 6700 6710 6720 6730 6740 6750 6760 6770 6780 6790 6790 6800 6810 6820 6830 6840 6850 6860 6870 6880 6890 6890 6900 6910 6920 6930 6940 6950 6960 6970 6980 6990 6990 7000 7010 7020 7030 7040 7050 7060 7070 7080 7090 7090 7100 7110 7120 7130 7140 7150 7160 7170 7180 7190 7190 7200 7210 7220 7230 7240 7250 7260 7270 7280 7290 7290 7300 7310 7320 7330 7340 7350 7360 7370 7380 7390 7390 7400 7410 7420 7430 7440 7450 7460 7470 7480 7490 7490 7500 7510 7520 7530 7540 7550 7560 7570 7580 7590 7590 7600 7610 7620 7630 7640 7650 7660 7670 7680 7690 7690 7700 7710 7720 7730 7740 7750 7760 7770 7780 7790 7790 7800 7810 7820 7830 7840 7850 7860 7870 7880 7890 7890 7900 7910 7920 7930 7940 7950 7960 7970 7980 7990 7990 8000 8010 8020 8030 8040 8050 8060 8070 8080 8090 8090 8100 8110 8120 8130 8140 8150 8160 8170 8180 8190 8190 8200 8210 8220 8230 8240 8250 8260 8270 8280 8290 8290 8300 8310 8320 8330 8340 8350 8360 8370 8380 8390 8390 8400 8410 8420 8430 8440 8450 8460 8470 8480 8490 8490 8500 8510 8520 8530 8540 8550 8560 8570 8580 8590 8590 8600 8610 8620 8630 8640 8650 8660 8670 8680 8690 8690 8700 8710 8720 8730 8740 8750 8760 8770 8780 8790 8790 8800 8810 8820 8830 8840 8850 8860 8870 8880 8890 8890 8900 8910 8920 8930 8940 8950 8960 8970 8980 8990 8990 9000 9010 9020 9030 9040 9050 9060 9070 9080 9090 9090 9100 9110 9120 9130 9140 9150 9160 9170 9180 9190 9190 9200 9210 9220 9230 9240 9250 9260 9270 9280 9290 9290 9300 9310 9320 9330 9340 9350 9360 9370 9380 9390 9390 9400 9410 9420 9430 9440 9450 9460 9470 9480 9490 9490 9500 9510 9520 9530 9540 9550 9560 9570 9580 9590 9590 9600 9610 9620 9630 9640 9650 9660 9670 9680 9690 9690 9700 9710 9720 9730 9740 9750 9760 9770 9780 9790 9790 9800 9810 9820 9830 9840 9850 9860 9870 9880 9890 9890 9900 9910 9920 9930 9940 9950 9960 9970 9980 9990 9990 10000

を抱えている。

【0009】かかる課題に対応するものとして前述の特開平2-11826号の発明が提案された。即ち本先行技術は、前記のように、燃焼で生じた燃焼ガスを系外に排出することなく、燃焼ガス中に含まれる水分を凝縮させて液体(水)として循環させている。しかしながら、かかる先行技術においては、二酸化炭素を作動ガスとして循環させているので、系外にNO_xを始めとする有害物を排出せず、排気ガスが清浄なエンジンではあるが、3原子分子である二酸化炭素を作動ガスとするため、比熱比(Ｋ)が小さくそのため、熱機関としての効率即ち熱効率が空気を作動ガスとするエンジンに較べて低くなるという問題点を有している。

【0010】本発明はかかる従来技術の課題に鑑み、水素を燃料とするエンジンにおいて、比熱比の高い作動ガスを使用可能として熱効率が高く、かつNO_xの排出が抑制された水素エンジンを得ることを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明はかかる課題を解決するため、その第1発明として、酸素を含む給気が導入される燃焼室内に水素を供給し、前記酸素を酸化剤として水素を燃焼させる水素エンジンであって、前記エンジンからの排気ガスを冷却し、排気ガス中の水蒸気を凝縮液化して非凝縮作動ガスと分離して系外に排出するとともに酸素及び純酸素の不純ガスとして系内に入ったアルゴンを含む非凝縮ガスを前記エンジン側へ循環させる凝縮器と、前記凝縮器から送出された非凝縮ガスの内の余剰分を系外に排出する余剰ガス排出装置と、前記循環される非凝縮ガスに酸素及び純酸素の不純ガスとしてのアルゴンを供給して前記エンジンの給気通路に送る酸素供給装置とを備え、前記エンジンの排気口から凝縮器、余剰ガス排出装置、酸素供給装置の順を経てエンジンの給気口に至る作動ガスの循環路を構成したことを特徴とする水素エンジンを提案する。

【0012】また、好ましくは前記第1発明に加えて、排気タービンと該排気タービンに同軸駆動されるコンプレッサとを備えた排気ターボ過給機を前記循環路に設け、前記エンジンからの排気ガスで前記排気タービンを駆動し、該駆動後の排気ガスを前記凝縮器に導き、前記酸素供給装置からの作動ガスを前記コンプレッサで加圧してエンジンの給気口に送るよう構成する。

【0013】かかる第1発明によれば、エンジンの排気口から排気ターボ過給機の排気タービン、凝縮器、余剰ガス排出装置、酸素供給装置、前記過給機のコンプレッサを経てエンジンの給気口に至る、クローズドディーゼルサイクルからなる作動ガスの循環路を構成し、該循環路中に酸素供給装置にて燃焼用酸素とともに不純ガスとして比熱比(Ｋ)の高いアルゴン(Ar)を供給し、作動ガス内に含有させて循環させることにより、作動ガスの比熱比を高く保持することができる。これにより水素

エンジンの熱効率を高く保持することができる。

【0014】また、燃焼用酸素の製造時に含有されているアルゴンを該酸素とともに作動ガス循環等に供給するので、格別なアルゴンの製造設備を必要とすることなく、所要のアルゴンを得ることができる。

【0015】また第2発明は、前記第1発明に加えて、前記循環路の前記凝縮器の上流側に排気ガスによって駆動されるタービン発電機を設け、さらに好ましくは、前記循環路のタービン発電機の上流側部から該タービン発電機をバイパスして前記凝縮器の上流部位に接続されるバイパス路を設けるとともに、該バイパス路の入口に、該バイパス路あるいはタービン発電機への排気ガスの通路、遮断を切り換える切替弁を設ける。

【0016】かかる第2発明によれば、排気ターボ過給機を駆動後の作動ガスでタービン発電機を駆動し、影張仕事をなす。これによって、タービンで発電機に作動ガスのエネルギーを回収することにより、プラントの出力が増大し、効率が向上するとともに、前記タービン発電機における影張仕事により作動ガスの圧力及び温度レベルが低下するので凝縮器の伝熱面積を小さくすることができます。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の好適な実施形態を例示的に詳しく述べる。但しこの実施形態に記載されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対的配置等は特に特定的な記載がないかぎりは、この発明の範囲をそれに限定する趣旨ではなく、単なる説明例にすぎない。

【0018】図1は、本発明の第1実施形態に係る水素ディーゼルエンジンの構成図である。図1において、1はエンジンであり、ピストン25、クランク軸27、給気弁22、排気弁21等を備えるとともに、シリンダ内に前記ピストン25の上部には燃焼室26が形成されている。

【0019】2は燃料となる水素の噴射を行なう水素噴射装置、28は該水素噴射装置2に接続される水素噴射弁で、該水素噴射弁28は前記燃焼室26内に臨んで設けられ、該燃焼室26内に前記燃料水素を噴射するようになっている。10は前記燃焼室26に臨んで設けられた点火装置で、燃焼室26内に噴射された水素に点火し燃焼させるものである。24は前記エンジン1の燃焼室26へ作動ガスを送給するための給気管、23は燃焼室26内の燃焼ガスを排出するための排気管である。

【0020】4は排気タービン4a及びこれに直結駆動されるコンプレッサ4bからなる排気ターボ過給機である。過給機4の排気タービン4a入口には前記排気管23が接続されている。8は中間冷却器で、前記排気ターボ過給機4のコンプレッサ4bとエンジン1の給気弁22との間の前記給気管24中に設けられ、コンプレッサ4b出口の作動ガスを冷却するものである。3は発電機

で前記エンジン 1 のクランク軸 2 に直結され、該エンジン 1 の動力によって駆動される。以上の構成は図 3 に示す従来技術の水素ディーゼルエンジンと同様である。

【0021】本発明の実施形態においては、排気ターボ過給機の排気タービン駆動後の排気ガスを、酸素供給装置を介してエンジンの給気系に循環するように構成している。即ち図 1において、3 0 は排気タービン 4 a のガス出口とコンプレッサ 4 b のガス入口と接続するガス循環路である。5 は該ガス循環路 3 0 の排気タービン 4 a 出口側に設けられた凝縮器で、排気タービン 4 a 出口の排気ガス（作動ガス）を冷却水にて冷却するものである。

【0022】前記ガス循環路 3 0 の凝縮器 5 の下流には余剰ガス排出装置 6 及び酸素供給装置 7 が順に設けられ、該酸素供給装置 7 の出口が前記コンプレッサ 4 b の吸入口と接続されている。前記余剰ガス排出装置 6 は、前記酸素供給装置 7 により供給される供給酸素の製造時に微量含まれているアルゴン（Ar）等の不純ガスがガス循環系内に混入するが、この混入量に等しい量の余剰ガスを常時外部に排出するものである。

【0023】前記酸素供給装置 7 は、燃焼に必要な酸素、つまり酸素製造装置（不図示）により製造され、アルゴン（Ar）を不純ガスとして含有する酸素を、ガス循環路 3 0 の排気ターボ過給機 4 のコンプレッサ 4 b の吸入口側へ供給するものである。

【0024】かかる構成からなる水素ディーゼルエンジンの運転時において、排気ターボ過給機 4 のコンプレッサ 4 b には、後述する循環部作動ガスに酸素供給装置 7 にて酸素（O₂）が供給され、予混合された酸素富化状態にある作動ガスが吸入される。前記酸素供給装置 7 における供給酸素にはこれの製造時の不純ガスとして少量のアルゴン（Ar）が含まれており、従って上記酸素の供給により該アルゴンが混入された作動ガスが系内を循環することとなる。

【0025】前記酸素富化作動ガスは前記コンプレッサ 4 b によって圧縮され昇圧された後、中間冷却器 8 にて冷却・降温され、給気管 2 に入り、給気弁 2 2 の開弁とともに燃焼室 2 6 内に導入される。この作動ガスはピストン 2 5 の上昇（圧縮行程）によって圧縮され高圧化される。

【0026】そして、かかる燃焼室 2 6 内の高圧作動ガス中に、水素噴射装置 2 において高圧化された水素が水素噴射弁 2 8 から噴射され、次いでこの水素は点火装置 10 によって点火されて、作動ガス中の酸素との共燃によって拡散燃焼しめられ、ピストン 2 5 に膨張仕事を行なう。前記ピストン 2 5 の動力はクランク軸 2 を経て発電機 3 に伝達され、発電仕事をなす。

【0027】一方、排気弁 2 1 が開弁すると、燃焼による排気ガス即ち作動ガスは排気管 2 3 を通して排気ターボ過給機 4 の排気タービン 4 a に導かれて該排気タービ

ン 4 a にて膨張仕事をなした後、ガス循環路 3 0 を通って凝縮器 5 に入る。

【0028】そして該排気ガスは凝縮器 5 にて冷却される。該凝縮器 5 においては、上記冷却により排気ガス中に含まれる燃焼生成物である水蒸気を凝縮液化して非凝縮ガスと分離し、液体のみを排出管 3 1 から外部に排出せしめる。前記凝縮器 5 における非凝縮の作動ガスは余剰ガス排出装置 6 にて余剰分が排出される。即ち該余剰ガス排出装置 6 においては、前記酸素供給装置 7 における供給酸素中に含まれる不純ガスとしてのアルゴン（Ar）の混入量に等しい量のガスを常時系外に排出する。

【0029】以上のように、本発明の実施形態においては、エンジン 1 の排気弁 2 1 から排気タービン 4 a、凝縮器 5、余剰ガス排出装置 6、酸素供給装置 7、コンプレッサ 4 b、空気冷却器 8 を経てエンジン 1 の給気弁 2 2 に至るクローズドディーゼルサイクルからなるガス循環路 3 0 を循環する作動ガス中に比熱比（K）の大きいアルゴン（Ar）を含有し、該アルゴンの濃度を高く保持してきるのを、作動ガスの比熱比が大となり、エンジン 20 1 の効率が向上する。

【0030】図 2 は、本発明の第 2 実施形態に係る水素ディーゼルエンジンの構成図である。この実施形態では、ガス循環路 3 0 の排気ターボ過給機 4 の排気タービン 4 a の出口にタービン発電機 9 及び切換弁 3 2 を設けている。

【0031】即ち、図 2において、3 2 は前記ガス循環路 3 0 の排気タービン 4 a の出口に設けられた切換弁である。そして該切換弁 3 2 の下流側の循環路 3 1 にはタービン発電機 9 が設けられるとともに、該切換弁 3 2 からタービン発電機 9 をバイパスするバイパス管 2 9 が設けられている。

【0032】かかる第 2 実施形態において、排気タービン 4 a を駆動した作動ガス（排気ガス）は切換弁 3 2 の切り換えにより循環路 3 1 を通してタービン発電機 9 に導かれてこれを駆動し膨張仕事をなす。該タービン発電機 9 を駆動して圧力及び温度が低下した作動ガスは凝縮器 5 に入りて前記第 1 実施形態と同様な凝縮作用がなされる。また、前記切換弁 3 2 をバイパス管 2 9 側に切り換えるれば、作動ガス（排気ガス）はタービン発電機 9 を 40 バイパスし膨張仕事をなすことなく凝縮器 5 に導かれる。

【0033】この実施形態においては、排気ターボ過給機 4 を駆動した後の作動ガス（排気ガス）でタービン発電機 9 を駆動し膨張仕事をなすので、タービン発電機 9 によって作動ガスのエネルギーを回収することによりプロントの出力が増大し効率が上昇することにより、タービン発電機 9 を駆動することにより、作動ガスの圧力及び温度レベルが低下するので、凝縮器 5 の伝熱面積を小さくすることができる。

【0034】

【実施例】次に図1に示す第1実施形態による実施例を説明する。この実施例においては、図1のA点(コンプレッサ4bの入口)、B点(凝縮器5の入口)及びC点(凝縮器5の出口)における循環ガス流量バランスを計算している。

【0035】まず、酸素供給装置7における供給酸素純度(全体を1とする)を次のように表す。

* 【表1】

(A点において)

目標O₂濃度を ϕ 、空気過剰率を λ 、残留N₂モル比を y とする。

理論酸素量 $L_0 = 0.5 \text{ mol/mol H}_2$

	モル数 (mol/mol-H ₂)
H ₂ O	0
O ₂	λL_0
N ₂	$\frac{y \lambda L_0}{\phi}$
Ar	$\frac{1-\phi-y}{\phi} \lambda L_0$
全体	$\frac{\lambda L_0}{\phi} = M_0$

【0037】

※ ※ 【表2】

(B点において)

	モル数 (mol/mol-H ₂)
H ₂ O	1
O ₂	$(\lambda-1)L_0$
N ₂	$\frac{y}{\phi} \lambda L_0$
Ar	$\frac{1-\phi-y}{\phi} \lambda L_0$
全体	$1-L_0 + \frac{\lambda L_0}{\phi} = M_1$

【0038】

★ ★ 【表3】

(C点において)

	モル数 (mol/mol-H ₂)
H ₂ O	0
O ₂	$(\lambda-1)L_0$
N ₂	$\frac{y}{\phi} \lambda L_0$
Ar	$\frac{1-\phi-y}{\phi} \lambda L_0$
全体	$\frac{\lambda L_0}{\phi} - L_0 = M_2$

【0039】

【表4】

(再度A点において)

1サイクル前と全モル数が等しいことが必要。

H₂ 1モルに対して、O₂ mモル供給循環率 α 排出率 $1 - \alpha$

	モル数 (mol/mol-H ₂)	前サイクル モル数 (mol/mol-H ₂)
H ₂ O	0	0
O ₂	$\alpha(\lambda - 1)L_0 + m$	λL_0
N ₂	$\frac{\alpha}{\phi} \lambda L_0 + \frac{z}{\phi} m$	$\frac{y}{\phi} \lambda L_0$
A r	$\frac{\alpha}{\phi} \frac{1-\phi-y}{\lambda} \lambda L_0 + \frac{1-x-z}{x} m$	$\frac{1-\phi-y}{\phi} \lambda L_0$
全体	$\alpha \left(\frac{\lambda L_0}{\phi} - L_0 \right) + \frac{m}{x} = M'_0$	$\frac{\lambda L_0}{\phi} = M_0$

【0040】以上「表1」乃至「表4」から、A点における各組成が等しいことより、以下の式「数1」が得られる。

*20

$$\text{作動ガス循環率 } \alpha = \frac{(x-\phi)\lambda}{(x-\phi)\lambda + (1-x)\phi}$$

$$\text{余剰ガス排出率 } 1 - \alpha = \frac{(1-x)\phi}{(x-\phi)\lambda + (1-x)\phi}$$

$$\text{供給O}_2 \text{量 } m = \lambda L_0 - \frac{(x-\phi)\lambda}{(x-\phi)\lambda + (1-x)\phi} (\lambda - 1)L_0$$

$$\text{残留N}_2 \text{濃度 } y = \frac{(1-\phi)}{(1-x)} z$$

【0042】かかる式を用いて、次々例をとって計算を行なう。例として、

燃焼前O₂温度: $\phi = 0.21$ 空気過剰率 : $\lambda = 2.35$ とする。また、供給O₂純度を既存技術による代表的数値として次のように仮定する。O₂ : $x = 0.97$ N₂ : $z = 0.0015$ A r : $1 - x - z = 0.0285$

このとき、

作動ガス循環率 : $a = 0.9965$ 余剰ガス排出率 : $1 - a = 0.0035$ H₂ 1モルに対する必要供給O₂量(不純ガスを含む) : $m = 0.5024 \text{ (mol/mol-H}_2\text{)}$ A点に於ける作動ガスのモル分率は次のようにになる。O₂濃度 : $\phi = 0.21$ N₂濃度 : $y = 0.395$ A r 濃度 : $1 - \phi - y = 0.7505$

【0043】以上の計算結果のように、系内の作動ガスは、酸素(O₂)、アルゴン(A r)、および、窒素(N₂)がある比率でバランスすることになる。上記計算結果より明らかのように、この実施形態に係るシステムは、系を循環する作動ガス中のアルゴン(A r)濃度を高く保持することができる。これによって、特別にアルゴン供給設備を用意する必要が無く、比熱比(x)の高いアルゴン(A r)の濃度を高く保持することができ、これによってエンジンサイクルの熱効率を高くすることができる。

【0044】なお、ガス循環系内の作動ガス濃度は比較的時間でバランスするため、エンジンの始動時のみ系内に空気を満たしておけば、数分で作動ガスが置換され、定常状態のアルゴン濃度となる。また、水素(H₂)と酸素(O₂)の燃焼で生じるのは水蒸気のみであり、排出物としてはこれを凝縮器5で凝縮して液体の水

として系外に排出すればよい。また、酸素供給装置7にて供給された酸素(O₂)中の窒素(N₂)は低濃度に保たれるため、これの燃焼で生じるNOxの排出量は極めて低く保持でき、クリーンなエンジンシステムとすることが可能となる。

【0045】

【発明の効果】以上記載のごとく本発明によれば、エンジンの排気口から凝縮器、余剰ガス排出装置及び酸素供給装置を経て、好ましくはその中に排気ターボ過給機を介して、エンジンの給気口に至るクローズドディーゼルサイクルからなる作動ガスの循環路を構成し、該循環中に酸素供給装置にて燃焼用酸素とともにこれの製造時における不純ガスとして比熱比の高いアルゴンを供給し、作動ガス内に含有させて循環させることにより、作動ガスの比熱比を高く保持してエンジンを運転することができる。これにより従来の二酸化炭素を作動ガスとするものに較べ水素エンジンの熱効率を向上することができる。

【0046】また、該エンジン作動ガスの系外への排出は凝縮器で凝縮された水のみであり、また酸素供給装置にて供給された酸素中の窒素は低濃度に保たれるので、これの燃焼で生じるNOxの排出量は極めて低くなり、排気の清浄なエンジンが得られる。

【0047】また請求項3及び4の発明によれば、排気ターボ過給機で膨張仕事をしないた作動ガスをタービン発電機でさらに膨張仕事をさせるので、タービン発電機でのエネルギー回収によりプラントの効率が向上するとともに、前記タービン発電機における膨張仕事をにより作動ガスの圧力及び濃度レベルが低下するので、凝縮器の伝熱面積を小さくすることができ、凝縮器を小型化することができる。これによりエンジンプラントの設置コストが低減される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態に係る水素ディーゼルエンジンの構成図である。

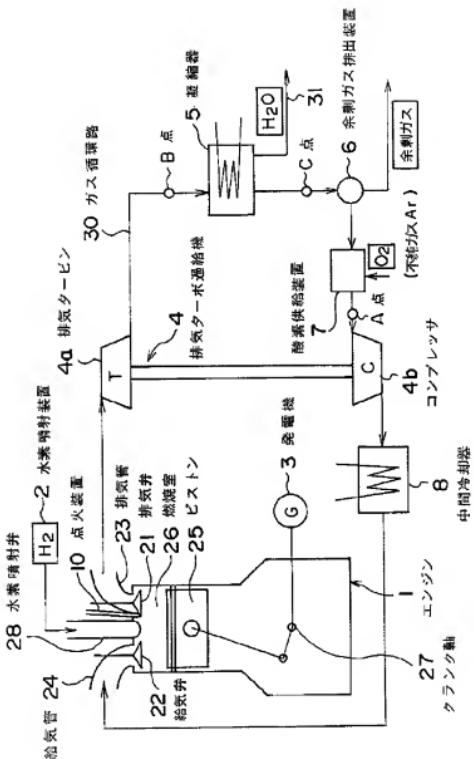
【図2】本発明の第2実施形態に係る図1に対応する図である。

【図3】従来の水素ディーゼルエンジンに係る図1に対応する図である。

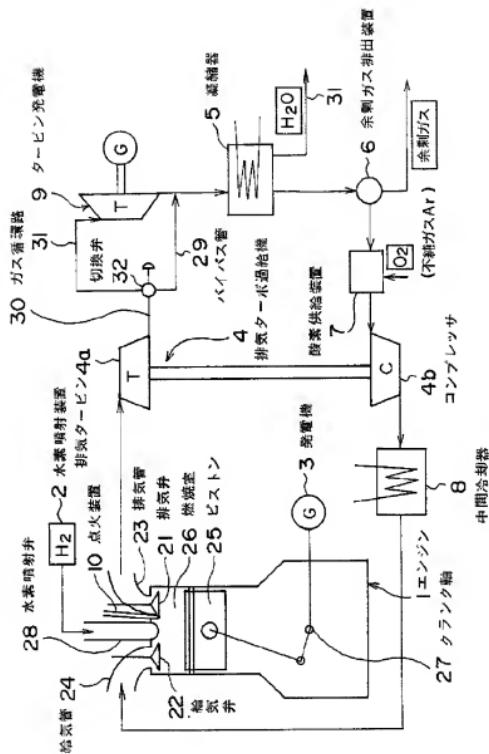
【符号の説明】

1	エンジン
2	水素噴射装置
3	発電機
4	排気ターボ過給機
4 a	排気タービン
4 b	コンプレッサ
5	凝縮器
6	余剰ガス排出装置
7	酸素供給装置
8	空気冷却器(中間冷却器)
9	タービン発電機
20	1 0 点火装置
	2 1 排気弁
	2 2 給気弁
	2 3 排気管
	2 4 給気管
	2 5 ピストン
	2 6 燃焼室
	2 7 クランク軸
	2 8 水素噴射弁
	2 9 バイパス管
30	3 0 ガス循環路
	3 1 ガス循環路
	3 2 切換弁

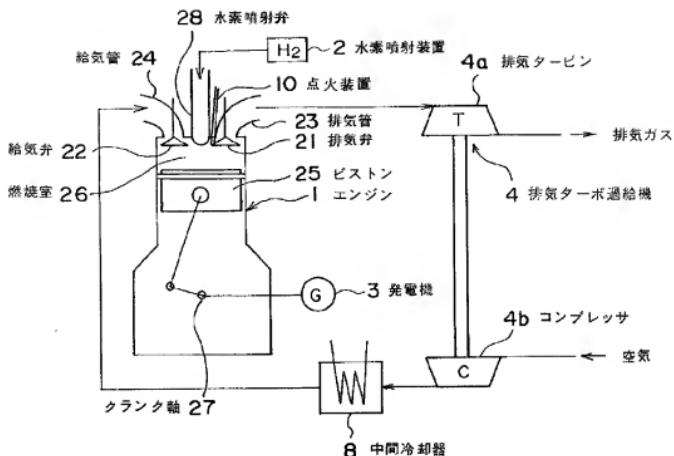
[図 1]



【図2】



【図3】



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載
 【部門区分】第5部門第1区分
 【発行日】平成14年1月23日(2002.1.23)

【公開番号】特開平11-93681
 【公開日】平成11年4月6日(1999.4.6)

【年番号】公開特許公報11-937

【出願番号】特願平9-275269

【国際特許分類第7版】

F02B 47/10

37/00 302

43/10

F02M 21/02

【F1】

F02B 47/10

37/00 302 G

43/10 B

F02M 21/02 G

【手続補正】

【提出日】平成13年6月12日(2001.6.12)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正内容】

【0009】かかる課題に対応するものとして前述の特開平2-11826号の発明が提案された。即ち本先行技術は、前記のように、燃焼で生じた燃焼ガスを系外に排出することなく、燃焼ガス中に含まれる水分を凝縮させて液体(水)として簡便させている。しかしながら、かかる先行技術においては、二酸化炭素を作動ガスとして循環させているので、系外にNOxを始めとする有害物を排出せず、排気ガスが清浄なエンジンではあるが、3原子分子である二酸化炭素を作動ガスとするため、比熱熱(ε)が小さくそのため、熱機関としての効率即ち熱効率が空気を作動ガスとするエンジンに較べて低くなるという問題点を有している。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

【補正内容】

【0013】かかる第1発明によれば、エンジンの排気口から排気ター₁ボ過給機の排気ターピン、凝縮器、余剰ガス排出装置、酸素供給装置、前記過給機のコンプレッサを経てエンジンの給気口に至る、クローズドディーゼルサイクルからなる作動ガスの循環路を構成し、該循環路中に酸素供給装置にて燃焼用酸素とともに不純ガスと

して比熱比(ε)の高いアルゴンを供給し、作動ガス内に含有させて循環させることにより、作動ガスの比熱比を高く保持することができる。これにより水素エンジンの熱効率を高く保持することができる。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0022

【補正方法】変更

【補正内容】

【0022】前記ガス循環路30の凝縮器5の下流には余剰ガス排出装置6及び酸素供給装置7が順に記設され、該酸素供給装置7の出口が前記コンプレッサ4bの吸入口に接続されている。前記余剰ガス排出装置6は、前記酸素供給装置7により供給される供給酸素の製造時に微量含まれているアルゴン等の不純ガスがガス循環系内に混入するが、この混入量に等しい量の余剰ガスを常時外部に排出するものである。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0023

【補正方法】変更

【補正内容】

【0023】前記酸素供給装置7は、燃焼に必要な酸素、つまり酸素製造装置(不図示)により製造され、アルゴンを不純ガスとして含有する酸素を、ガス循環路30の排気ター₁ボ過給機4のコンプレッサ4bの吸入口側へ供給するものである。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0024

【補正方法】変更

【補正内容】

【0024】かかる構成からなる水素ディーゼルエンジンの運転時において、排気ターボ過給機4のコンプレッサ4 bには、後述する循環作動ガスに酸素供給装置7にて酸素が供給され、予混合された酸素富化状態にある作動ガスが吸いされる。前記酸素供給装置7における供給酸素にはこれの製造時の不純ガスとして少量のアルゴンが含まれており、従って上記酸素の供給により該アルゴンが混入された作動ガスが系内を循環することとなる。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0028

【補正方法】変更

【補正内容】

【0028】そして該排気ガスは凝縮器5にて冷却される。該凝縮器5においては、上記冷却により排気ガス中に含まれる燃焼生成物である水蒸気を凝縮液化して非凝縮ガスと分離し、液体のみを排出管3 1から外部に排出せしめる。前記凝縮器5における非凝縮の作動ガスは余剰ガス排出装置6にて余剰分が排出される。即ち該余剰ガス排出装置6においては、前記酸素供給装置7における供給酸素中に含まれる不純ガスとしてのアルゴンの混入量に等しい量のガスを常時系外に排出する。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0029

【補正方法】変更

【補正内容】

【0029】以上のように、本発明の実施形態においては、エンジン1の排気弁2 1から排気ターピン4 a、凝縮器5、余剰ガス排出装置6、酸素供給装置7、コンプレッサ4 b、空気冷却器8を経てエンジン1の給気弁2 2に至るクローズドディーゼルサイクルからなるガス循

環路3 0を循環する作動ガス中に比熱比(λ)の大きいアルゴンを含有し、該アルゴンの濃度を高く保持できるので、作動ガスの比熱比が大となり、エンジン1の効率が向上する。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0043

【補正方法】変更

【補正内容】

【0043】以上の計算結果のように、系内の作動ガスは、酸素(O₂)、アルゴン(Ar)、および、窒素(N₂)がある比率でバランスすることになる。上記計算結果より明らかのように、この実施形態に係るシステムは、系を循環する作動ガス中のアルゴン濃度を高く保持することができる。これによって、特別にアルゴン供給設備を用意する必要が無く、比熱比(λ)の高いアルゴンの濃度を高く保持することができ、これによってエンジンサイクルの熱効率を高くすることができる。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0044

【補正方法】変更

【補正内容】

【0044】なお、ガス循環系内の作動ガス濃度は比較的短時間でバランスするため、エンジンの始動時の系内に空気を満たしておけば、数分で作動ガスが置換され、定常状態のアルゴン濃度となる。また、水素と酸素の燃焼で生じるのは水蒸気のみであり、排出物としてはこれを凝縮器5で凝縮して液体の水として系外に排出すればよい。また、酸素供給装置7にて供給された酸素中の窒素は低濃度に保たれるため、これの燃焼で生じるNO_xの排出量は極めて低く保持でき、クリーンなエンジンシステムとすることが可能となる。